

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

Attorney's Docket No.: 460-010224-US(PAR)

D. Johnson
#2355-01
PATENT
Priority Papers
JC971 U.S. PTO
09/816578
03/23/01

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Express Mail No.: EL627430169US

In re application of: Jari SYRJÄRINNE

Serial No.: 0 /

Filed: Herewith

For: A METHOD FOR PERFORMING LOCATION DETERMINATION AND AN
ELECTRONIC DEVICE

Group No.:

Examiner:

Commissioner of Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY

Attached please find the certified copy of the foreign application from which priority is claimed for this case:

Country : Finland
Application Number : 20000697
Filing Date : 24 March 2000

WARNING: "When a document that is required by statute to be certified must be filed, a copy, including a photocopy or facsimile transmission of the certification is not acceptable." 37 CFR 1.4(f) (emphasis added.)


SIGNATURE OF ATTORNEY

Reg. No.: 24,622

Clarence A. Green

Tel. No.: (203) 259-1800

Type or print name of attorney

Perman & Green, LLP

Customer No.: 2512

P.O. Address

425 Post Road, Fairfield, CT 06430

NOTE: The claim to priority need be in no special form and may be made by the attorney or agent if the foreign application is referred to in the oath or declaration as required by § 1.63.

(Transmittal of Certified Copy [5-4])

Helsinki 29.1.2001

JC971 U.S. PTO
09/816578
03/23/01

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT



Hakija
Applicant

Nokia Mobile Phones Ltd
Espoo

Patenttihakemus nro
Patent application no

20000697

Tekemispäivä
Filing date

24.03.2000

Kansainvälinen luokka
International class

G01S

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Menetelmä sijainnin määrittämiseksi ja elektro-
niikkalaitte"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.


Pirjo Kaila
Tutkimussihteeri

Maksu 300,- mk
Fee 300,- FIM

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

21

1

Menetelmä sijainnin määrittämiseksi ja elektronikkalaite

5 Nyt esillä oleva keksintö kohdistuu oheisen patenttivaatimuksen 1 johdanto-osan mukaiseen menetelmään sijainnin määrittämiseksi, oheisen patenttivaatimuksen 10 johdanto-osan mukaiseen vastaanottoimeensekä oheisen patenttivaatimuksen 19 johdanto-osan mukaiseen paikannusjärjestelmään.

10 Eräs tunnettu paikannusjärjestelmä on GPS-järjestelmä (Global Positioning System), joka käsittää tällä hetkellä yli 20 satelliittia, joista samanaikaisesti vastaanottimen näkyvissä on vähintään 4, joissakin tapauksissa jopa 14. Nämä satelliitit lähettävät mm. satelliitin ratatietoa (Ephemeris data) sekä tietoa satelliitin kellonajasta. Sijainnin määrittämisessä käytettävä vastaanotin pääättelee sijaintinsa normaalisti
15 siten, että vastaanottimessa lasketaan useammasta paikannusjärjestelmään kuuluvasta satelliitista samanaikaisesti lähetettävän signaalin kulkuaika vastaanottoimeen. Sijainnin määrittämiseksi on vastaanottimen vastaanotettava tyypillisesti vähintään neljän näkyvissä
20 olevan satelliitin signaali, jotta vastaanottimen sijainnin x-, y-, z-koordinaatit sekä aikatieto voidaan selvittää. Vastaanotettua navigointi-informaatiota tallennetaan muistiin, jolloin tästä tallennetusta informaatiosta voidaan käyttää mm. satelliittien ratatietoja.

25 Jokainen GPS-järjestelmän toimiva satelliitti lähettää ns. L1-signaalia 1575,42 Mhz:n kantoaaltotaajuudella. Tätä taajuutta merkitään myös $154f_0$, missä $f_0=10,23$ MHz. Lisäksi satelliitit lähettävät L2-signaalia 1227,6 Mhz:n kantoaaltotaajuudella, eli $120f_0$. Satelliitissa suoritetaan näiden signaalien modulointi ainakin yhdellä valesatunnaissekvenssillä. Kullakin satelliitilla tämä valesatunnaissekvenssi on erilainen. Modu
30 loinnin tuloksena muodostuu koodimoduloitu laajakaistasignaali. Käytetty modulointitekniikka mahdollistaa sen, että vastaanottimessa pystytään erottamaan eri satelliittien lähettämät signaalit, vaikka lähetyksessä käytettävät kantoaaltotaajuudet ovat olennaisesti samat. Tästä modulointitekniikasta käytetään nimitystä koodijako-monikäyttötekniikka
35 (CDMA, Code Division Multiple Access). Kussakin satelliitissa L1-signaalin moduloinnissa käytetään valesatunnaissekvenssinä mm. ns. C/A-koodia (Coarse/Acquisition code), jona käytetään Gold-koodia. Jokainen GPS-satelliitti lähettää signaalia käyttämällä yksilöllistä C/A-

2

5 koodia. Koodit muodostetaan kahden 1023-bittisen binäärisekvenssin modulo-2 summana. Ensimmäinen binäärisekvenssi G1 on muodostettu polynomilla $X^{10}+X^3+1$ ja toinen binäärisekvenssi G2 on muodostettu viivästämällä polynomia $X^{10}+X^9+X^8+X^6+X^3+X^2+1$ siten, että kullakin satelliitilla viive on erilainen. Tämä järjestely mahdollistaa sen, että eri C/A-koodit voidaan muodostaa samanlaisella koodigeneraattorilla. C/A-koodit ovat siis binäärikoodoja, joiden kellotusnopeus (Chipping rate) GPS-järjestelmässä on 1,023 Mhz. C/A-koodi käsittää 1023 alibittiä (Chip), jolloin koodin toisto aika (epoch) on 1 ms. L1-signaalin kantoaaltoa moduloidaan vielä navigointi-informaatiolla 50 bit/s bittinopeudella. Navigointi-informaatio käsittää tietoa satelliitin "terveydentilasta" (health), radasta, aikatietoa jne.

15 Navigointi-informaation modulointi suoritetaan edullisesti siten, että yhden informaatiobitin välityksessä käytetään ainakin yhtä valesatunnaissekvenssinä käytettävän koodin muodostamaa koodijaksoa. Mikäli moduloitavan informaatiobitin arvona on ensimmäinen binääriarvo, moduloinnissa käytetään mainitun koodijakson alibiteille valittuja arvoja, ja mikäli informaatiobitin arvona on toinen binääriarvo, moduloinnissa käytetään koodijakson kullekin alibiteille valitun arvon vastakkaista arvoa.

25 Satelliittit tarkkailevat laitteistonsa kuntoa toimintansa aikana. Satelliittit voivat käyttää esim. ns. vahtikoira-toimintoja joidenkin laitteistoon mahdollisesti tulleiden vikojen havaitsemiseen ja ilmoittamiseen. Virheet ja toimintahäiriöt voivat olla hetkellisiä tai pidempiaikaisia. Terveystietojen perusteella voidaan mahdollisesti osa virheistä kompensoida tai jättää vikantuneen satelliitin lähettämä informaatio kokonaan huomioimatta. Lisäksi tilanteessa, jossa useamman kuin neljän satelliitin signaali on vastaanotettavissa, voidaan terveydentietojen perusteella painottaa eri satelliiteista vastaanotettua informaatiota eri tavalla. Tällöin epäluotettavalta vaikuttavien satelliittien mahdollisesti aiheuttamia virheitä mittauksiin voidaan minimoida.

35 Satelliittien signaalien havaitsemiseksi ja satelliittien tunnistamiseksi on vastaanottimen suoritettava tahdistus, jossa vastaanotin etsii kulloinkin kunkin satelliitin signaalin ja pyrkii tahdistumaan tähän signaaliin, jotta

signaalin mukana lähetettävä data voidaan vastaanottaa ja demoduloida.

5 Sijainninmääritysvastaanottimen on suoritettava tahdistus mm. silloin, kun vastaanotin kytketään päälle ja myös tilanteessa, jossa vastaanotin ei ole pitkään alkaen pystynyt vastaanottamaan minkään satelliitin signaalia. Mm. kannettavissa laitteissa tällainen tilanne voi syntyä helposti, koska laite liikkuu ja laitteen antenni ei aina ole optimaalisessa asennossa satelliitteihin nähden, mikä heikentää vastaanottimeen tulevan
10 signaalin voimakkuutta. Myös kaupunkialueilla rakennukset vaikuttavat vastaanotettavaan signaaliin ja lisäksi voi syntyä ns. monitie-etene-
mistä, jossa lähetetty signaali saapuu vastaanottimeen eri kulkureittejä, esim. suoraan satelliitista (line-of-sight) ja lisäksi rakennuksista heijastuneena. Tämä monitie-eteneminen aiheuttaa sen, että sama signaali
15 vastaanotetaan useina eri vaihteisina signaaleina.

Sijainninmääritysjärjestelylle on kaksi pääasiallista tehtävää:

- 20 1. vastaanottimen pseudo-etäisyyden laskenta eri GPS-satelliitteihin, ja
2. vastaanottimen sijainnin määrittäminen, jossa käytetään laskettuja pseudo-etäisyyksiä sekä satelliittien sijaintitietoa. Satelliittien kulloinkin sijaintitieto voidaan laskea satelliiteista vastaanotettujen ephemeris- ja aikakorjaustietojen perusteella.

25 Etäisyyksiä satelliitteihin nimitetään pseudo-etäisyyksiksi, koska aika ei vastaanottimessa ole tarkasti tiedossa. Tällöin sijainnin ja ajan määrittämisestä tolstetaan, kunnes on saavutettu riittävä tarkkuus ajan ja sijainnin suhteen. Koska aikaa ei tiedetä absoluuttisen tarkasti, on paikka ja aika
30 selvitettävä esimerkiksi linearisoimalla yhtälöryhmä jokaista uutta iteraatiota varten.

35 Pseudo-etäisyyden laskenta voidaan suorittaa mittaamalla eri satelliittien signaalien keskinäiset, näennäiset kulkuväitteet. Sen jälkeen, kun vastaanotin on tahdistunut vastaanotettuun signaaliin, suoritetaan signaalissa lähetetyn informaation selvittäminen.

Lähes kaikki tunnetut GPS-sijainninmääritysvastaanottimet (GPS-navigointivastaanottimet) käyttävät korrelaatiomenetelmiä koodiin tahdistumiseen (acquisition) ja seurantaan (tracking). Si-
jainninmääritysvastaanottimessa on tallennettu tai generoidaan paikalli-
5 sesti vertailukoodit ref(k), eli eri satelliittien valesatunnaissekvenssit. Vastaanotetulle signaalille suoritetaan muunto välitaajuudelle (Down Conversion), minkä jälkeen vastaanotin suorittaa vastaanotetun sig-
naalin kertomisen tallennetulla valesatunnaissekvenssillä. Kertolaskun
tuloksena muodostunut signaali integroidaan tai alipäästösuodatetaan,
10 jolloin tuloksena saadaan tieto siitä, onko vastaanotetussa signaalissa ollut jonkin satelliitin lähettämä signaali. Vastaanottimessa suoritettava kertolasku toistetaan siten, että kullakin kerralla siirretään vastaanotti-
meen tallennetun valesatunnaissekvenssin vaihetta. Oikea vaihe pää-
tellään korrelaatiotuloksesta edullisesti siten, että korrelaatiotuloksen
15 ollessa suurin, on oikea vaihe löytynyt. Tällöin vastaanotin on oikein tahdistunut vastaanotettuun signaaliin.

Sen jälkeen, kun koodiin tahdistuminen on suoritettu, suoritetaan vielä
taajuuden hienosäätö ja vaihelukitus. Tämä korrelaatiotulos ilmaisee
20 myös GPS-signaalissa lähetetyn informaation.

Edellä mainittu tahdistus ja taajuudensäätöprosessi on suoritettava kul-
lekin sellaisen satelliitin signaalille, jota vastaanottimessa vastaanote-
taan. Joissakin vastaanottimissa voi olla useampia vastaanottokanavia,
25 jolloin kullakin vastaanottokanavalla pyritään tahdistumaan kulloinkin
yhden satelliitin signaaliin ja suorittamaan tämän satelliitin lähettämän
informaation selvitys.

Erityisesti liikkuvan vastaanottimen sijainninmäärityksen tarkentami-
seksi on kehitetty ns. differentiaalinen sijainninmääritys DGPS. Tällöin
30 sijainninmääritysvastaanotin vastaanottaa mainittujen neljän satelliitin
signaalia ja lisäksi käytetään vertailuvastaanottimen suorittamaa sijain-
ninmääritystä erilaisten virheiden eliminoimiseksi. Vertailuvastaanotin
on tyypillisesti kiinteä, ja sen sijainti on tiedossa.

35 Kuvassa 1 on esitetty periaatekaaviona sijainnin määrittäystä neljän sa-
telliitin SV1, SV2, SV3, SV4 lähettämän signaalin ja vertailuvastaanot-
timen BS avulla sijainninmääritysvastaanottimessa MS. GPS-järjestel-

5

mässä satelliitit lähettävät ratatietoa sekä aikatietoa, joiden perusteella sijainninmääritysvastaanottimessa voidaan suorittaa laskentaa satelliitin kulloisenkin sijainnin määrittämiseksi. Tämän ratatiedon ja aikatiedon lähettäminen suoritetaan kehyksissä, jotka on vielä jaettu alikehyksiin.

- 5 Kuvassa 2 on eräs esimerkki tällaisesta kehysrakenteesta FR. GPS-järjestelmässä kukin kehys käsittää 1500 bittiä, jotka on jaettu viiteen 300 bittiä käsittävään alikehykseen SF1—SF5. Koska yhden bitin lähetys kestää 20 ms, kunkin alikehyksen lähetys kestää tällöin 6 s, ja koko kehys lähetetään 30 sekunnissa. Alikehykset on numeroitu 1—5.
- 10 Alikehysten sisältämä informaatio voidaan vielä jakaa kymmeneen sanaan (W1—W10), kuten kuvassa 2 on esitetty. Ensimmäistä sanaa käytetään mm. tahdistusosan (preamble) ja telemetriatiedon (Telemetry Message) lähettämiseen. Toisessa sanassa lähetetään mm. aikatietoa TOW (Time of Week), joka ilmoittaa seuraavan alikehyksen lä-
- 15 hettyshetken. Muissa sanoissa lähetetään alikehyskohtaista tietoa, kuten tietoa satelliitin kellon poikkeamasta GPS-järjestelmän kellonaikaan nähden.

- 20 Alikehyksiä 2 ja 3 käytetään ratatiedon lähetykseen. Alikehys 4 sisältää muuta järjestelmäinformaatiota, kuten yleisen aikatiedon (UTC, Universal Time, Coordinated). Alikehys 5 on tarkoitettu kaikkien satelliittien almanakkatietojen lähetykseen. Näiden alkehysten ja kehysten muodostama kokonaisuutta nimitetään GPS-navigointisanomaksi (GPS navigation message), joka käsittää 25 kehystä eli 125 alkehystä. Navigointisanoman pituus on tällöin 12 min 30 s.
- 25

- 30 GPS-järjestelmässä aikaa mitataan sekunteina viikon alusta. GPS-järjestelmässä viikon alkuhetki on lauantain ja sunnuntain välinen keskiyö. Kussakin alikehyksessä lähetetään tieto siitä, minä GPS-viikon ajanhetkenä seuraavan alikehyksen ensimmäinen bitti on lähetetty. Tällöin aikatieto ilmaisee tietyn bitin lähetysketken, eli GPS-järjestelmässä kyseisen alikehyksen viimeisen bitin lähetysketken. Aikaa satelliiteissa mitataan erittäin tarkkojen atomikellojen avulla. Tästä huolimatta GPS-järjestelmän ohjauskeskuksessa (ei esitetty) valvotaan kunkin satelliitin toimintaa ja suoritetaan mm. aikavertailu satelliittien kellovirheiden havaitsemiseksi ja tämän tiedon välittämiseksi satelliittiin.
- 35

Vastaanottimessa voidaan vastaanotetun signaalin vastaanottohetki \hat{T}_{ToA}^k määrittää esimerkiksi seuraavasti:

$$\hat{T}_{ToA}^k = TOW^k + N_{bit}^k + N_{ms}^k + N_{chip}^k + \Delta chip^k \quad (1)$$

5

missä

TOW^k = viimeisimmän vastaanotetun alikehyksen sisältämä aikatieto (time of week),

10 N_{bit}^k = aikatietoa vastaavan bitin, eli viimeisimmän vastaanotetun alikehyksen, joka sisältää aikatiedon, viimeisen bitin jälkeen vastaanotettujen bittien lukumäärää vastaava aika,

N_{ms}^k = viimeisimmän vastaanotetun bitin vastaanottamisesta kulunut aika,

15 N_{chip}^k = viimeisimmän koodijakson (epoch) vaihtumisen jälkeen vastaanotettujen kokonaisten alibittien lukumäärä (0—1022),

$\Delta chip^k$ = mitattu koodivaihe sijainninmäärityshetkellä, ja

k = satelliitin indeksi.

20 Kaavan 1 kaikki yhteenlaskettavat termit voidaan ilmaista aikayksikössä (sekunteina). Myös alibittien ja bittien ajallinen pituus on tiedossa ja se on olennaisesti vakio.

25 Oheisessa kuvassa 3 on havainnollistettu tätä eräällä sijainninmäärityshetkellä vastaanotetun signaalin vastaanottohetken arvioimisessa käytettyä kaavaa ja sen eri termejä. On selvää, että kuva 3 on yksinkertaistettu todelliseen tilanteeseen nähden, koska mm. yksi koodijakso käsittää 1023 alibittiä, joten niiden esittäminen tarkasti ei ole järkevää. Sijainninmäärityshetkeä esittää pistekatkoviiva, joka on
30 merkitty viitteellä SM.

Kuten kaavasta 1 voidaan havaita, satelliiteista vastaanotettuja sijainninmäärityssignaaleja käytetään vain kahden viimeisen termin määrittämisessä. Signaalin vastaanottohetken määrittäminen edellyttää kuitenkin myös kaavan 1 kolmen ensimmäisen termin selvitystä. Nämä
35 kolme termiä voidaan selvittää vastaanotetun navigaatiotiedon ja

vastaanottimen paikallisen vertailukellon perusteella. On tärkeää laskea vastaanotetun signaalin vastaanottohetki kullekin seurattavalle signaalille, koska vastaanottimen paikallinen vertailuaika, joka on muodostettu vastaanottimen paikallisoskillaattorilla, on kytketty näiden arvojen perusteella GPS-aikaan. Lisäksi eri satelliiteista vastaanotettujen signaalien erilaiset kulkuajat voidaan päätellä näistä mitatuista arvoista, koska kukin satelliitti lähettää saman alibitin olennaisesti samalla hetkellä. Vaikka eri satelliittien ajoituksissa voikin olla pieniä eroja, niitä tarkkaillaan, ja virhetieto välitetään GPS-navigointisano-

5
10

Hyvissä vastaanotto-olosuhteissa ja käytettäessä edullista satelliittikonstellaatiota käyttäjän sijainti ja aikavirhe voidaan ratkaista hyvin tarkasti. Hyvä satelliittien konstellaatio merkitsee sitä, että sijainninmäärittämisessä käytettävät satelliitit on valittu siten, että vastaanottimesta katsottuna ne sijaitsevat selvästi eri suunnissa, eli avaruuskulmat, joissa eri satelliiteista lähetetyt signaalit saapuvat vastaanottoon, poikkeavat selvästi toisistaan.

15

Sen sijaan tilanteessa, jossa vastaanotettu signaali on heikkoa, ei vastaanotettua navigointisanoman sisältämää tietoa voida välttämättä käyttää hyväksi. Tämä johtuu mm. siitä, että vastaanotetun signaalin signaali-kohinasuhde on huono, jolloin signaalista ei voida havaita signaalissa lähetettyjä bittejä. Tämä merkitsee myös sitä, että vastaanottimen vertailuaikaa ei saada korjattua todellisen vastaanottoajan ToA (Time of Arrival) mukaiseksi, joten edellä esitetyn kaavan (1) mukaista laskentaa ei voida suorittaa. Tällöin ainoat kantataajuisesta signaalista suoritettavat käyttökelpoiset mittaukset ovat alibittien lukumäärä ja koodivaihe. Jos vastaanottimeissa ei ole kunnollista ratatietoa ja vertailuaikaa käytettävissä, ei sijaintia kuitenkaan voida laskea pelkästään alibittien lukumäärän ja koodivaiheen perusteella. Vanha ratatieto ei myöskään anna riittävän tarkkaa satelliittien sijaintia, jolloin sijainninmäärittäksen tarkkuus huononee. Pahimmassa tapauksessa vastaanottimeissa ei ole ollenkaan selvillä navigointitietoa, mikä merkitsee sitä, että kaavan (1) mukaista signaalien vastaanottoaikojen laskentaa ei voida tehdä, ja sijainnin määrittäminen ei onnistu. Vastaavasti vertailuajan puuttuminen

20
25
30
35

tekee nykyisin tunnetuilla menetelmillä mahdolltomaksi suorittaa GPS-ajan arviointi, vaikka ratatietoa olisikin käytettävissä.

- 5 Patentissa US-5,768,319 on esitetty eräs GPS-sijainninmääritysvastaanotin, jossa satelliitista vastaanotetun signaalinsignaali-kohinasuhdetta on pyritty parantamaan siten, että useiden peräkkäisten kehysten informaatiota yhdistetään esim. summaamalla peräkkäisistä kehyksistä vastinbittejä toisiinsa. Tämän menetelmän eräänä epäkohtana on se, että näytteiden yhdistämiseen
- 10 kuluva aika kasvaa sitä suuremmaksi, mitä useampia kehyksiä yhdistetään. Tällöin sijainninmääritykseen kuluva aika kasvaa vastaavasti.
- 15 Nyt esillä olevan keksinnön eräänä tarkoituksena on aikaan saada parannettu menetelmä vastaanottimessa vastaanotetun signaali-kohinasuhteen parantamiseksi, jolloin vastaanottimen sijainti voidaan määrittää myös heikommilla signaalinvoimakkuuksilla. Keksinnön tarkoituksena on myös aikaansaada sijainninmääritysvastaanotin. Keksintö perustuu siihen ajatukseen, että vastaanotetaan useamman
- 20 eri satelliitin vastaanottamaa signaalia, joista yhdistetään sellaisia osia, joissa eri satelliiteista lähetetty informaatio on sama.. Nyt esillä olevan keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista se, mitä on esitetty oheisen patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa. Nyt esillä olevan keksinnön mukaiselle vastaanottimelle on tunnusomaista se,
- 25 mitä on esitetty oheisen patenttivaatimuksen 10 tunnusmerkkiosassa. Nyt esillä olevan keksinnön mukaiselle paikannusjärjestelmälle on tunnusomaista se, mitä on esitetty oheisen patenttivaatimuksen 19 tunnusmerkkiosassa.
- 30 Nyt esillä olevalla keksinnöllä saavutetaan merkittäviä etuja tunnetun tekniikan mukaisiin menetelmiin ja sijainninmääritysvastaanottimiin verrattuna. Keksinnön mukaista menetelmää sovellettaessa voidaan sijainninmääritys suorittaa myös silloin, kun vastaanotetun signaalin voimakkuus on hyvin heikko, esim. rakennusten sisätiloissa. Keksinnön mukaisella menetelmällä saadaan parannettua vastaanotetussa
- 35 signaalissa bittien alkukohtien ja arvon havaitsemista.

Keksintöä selostetaan seuraavassa tarkemmin viitaten samalla oheisiin kuviin, joissa

- 5 kuva 1 esittää yksinkertaistettuna periaatekaaviona sijainnin määrittystä neljän satelliitin lähettämän signaalin ja vertailupisteen avulla sijainninmäärittysvastaanottimessa,
- 10 kuva 2 esittää esimerkkiä GPS-järjestelmässä käytettävästä kehysrakenteesta,
- kuva 3 havainnollistaa eräällä sijainninmäärittyshetkellä vastaanotetun signaalin vastaanottohetken arvioimisessa käytettyä tunnetun tekniikan mukaista kaavaa ja sen eri termejä,
- 15 kuva 4 havainnollistaa satelliittien signaalien kulkuaikaeroja vastaanottoimeen,
- kuva 5 esittää satelliitin etäisyyttä sijainninmäärittysvastaanottimesta ja tukiasemasta aikatasossa,
- 20 kuva 6 esittää pelkistettynä lohkokaaaviona vastaanotinta, jossa keksinnön mukaista menetelmää voidaan soveltaa,
- 25 kuva 7a esittää eräässä esimerkkitilanteessa vastaanottimen vastaanottokanavissa vastaanotettuja signaaleita, ja
- kuva 7b esittää eräässä esimerkkitilanteessa vastaanottimen vastaanottokanavissa vastaanotetuista signaaleista keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisella
- 30 menetelmällä muodostettuja yhdistettyjä signaaleita.

35 Kuvan 6 sijainninmäärittysvastaanottimessa MS ensimmäisen antennin 1 kautta vastaanotettava signaali muunnetaan sopivimmin välitaajuudelle tai suoraan kantataajuudelle muunninlohkoissa 2a—2d. Kuvan 6 mukainen vastaanotin MS käsittää neljä vastaanottokanavaa, joissa kussakin on oma muunninlohkonsa 2a—2d, mutta on selvää, että kanavia voi olla eri määrä kuin tässä esitetty. Muunninlohkoissa 2a—2d välitaajuudelle tai kantataajuudelle muunnettu signaali käsittää sinänsä

tunnetusti kaksi komponenttia: I- ja Q-komponentit, joiden välillä on 90° vaihe-ero. Nämä välitaajuudelle muunnetut analogiset signaalikomponentit digitoidaan. Digitoinnissa signaalikomponenteista otetaan vähintään yksi näyte jokaisesta alibitistä, eli GPS-järjestelmässä otetaan tällöin vähintään 1 023 000 näytettä sekunnissa. Lisäksi digitoidun signaalin I- ja Q-komponentit kerrotaan ensimmäisen numeerisesti ohjatun oskillaattorin 5 (NCO, Numerically Controlled Oscillator) muodostamalla signaalilla. Tämä ensimmäisen numeerisesti ohjatun oskillaattorin 5 signaali on tarkoitettu korjaamaan Doppler-siirtymästä ja vastaanottimen MS paikallisoskillaattorin (ei esitetty) taajuusvirheestä johtuva taajuuspoikkeama. Muunninlohkoissa 2a—2d muodostetut signaalit, jotka on merkitty kuvaan 6 viitteillä Q(a), I(a)—Q(d), I(d), johdetaan edullisesti digitaaliseen signaalinkäsittely-yksikköön 3. Digitaalinen signaalinkäsittely-yksikkö 3 tallentaa navigointi-informaatiota edullisesti muistiin 4. Lohkossa 16 muodostetaan myös kulloinkin vastaanotettavien satelliittien koodimoduloinnissa käytettyjä koodeja vastaavat vertailukoodit ref(k). Vastaanotin MS pyrkii mm. tämän vertailukoodin ref(k) avulla löytämään kullakin vastaanottokanavalla vastaanotettavan satelliitin signaalin koodivaiheen ja taajuuspoikkeaman käytettäväksi tahdistuksen jälkeisissä toiminnoissa.

Sijainninmääritysvastaanotin MS käsittää myös välineet langattoman viestimen toimintojen suorittamiseksi, kuten toisen antennin 10, radio-osan 11, audiovälineet, kuten koodekin 14a, kaiuttimen 14b ja mikrofonin 14c, näytön 12 ja näppäimistön 13.

Ohjauslohkolla 7 ohjataan mm. koodivaiheilmaisinta 9, jonka avulla numeerisesti ohjatun oskillaattorin 5 taajuutta säädetään tarvittaessa. Tahdistusta ei tässä selityksessä ole tarkemmin käsitelty, vaan se on sinänsä tunnettua tekniikkaa. Sen jälkeen kun vastaanottokanava on tahdistunut jonkin satelliitin SV1, SV2, SV3, SV4 signaaliin, voidaan tarvittaessa aloittaa signaalissa lähetetyn navigointi-informaation ilmaisu ja tallennus, mikäli mahdollista. Kuitenkin heikoilla signaaleilla voi helposti tulla ilmaisuvirheitä, mikä vaikuttaa paikannustarkkuuteen. Signaali-kohinasuhteen parantamiseksi suoritetaan keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisessa menetelmässä usean eri satelliitista vastaanotetun informaation integrointi. Tätä selostetaan seuraavassa.

Kuvassa 7a on esitetty eräässä esimerkkitilanteessa vastaanottimen vastaanottokanavissa vastaanotettuja signaaleita graafisina kuvaajina. Kukin kuvaaja esittää yhdestä satelliitista vastaanotettua signaalia.

5

Vastaanottimessa MS tallennetaan eri vastaanottokanavilla vastaanotetusta signaalista otettuja näytteitä. Eri satelliiteista tietyllä hetkellä lähetetty informaatio ei välttämättä saavu vastaanottimeen samanaikaisesti, jolloin vastaanottimessa on selvitettävä kulkuaikaerot

10

eri satelliiteista lähetettyjen signaalien välillä. Tätä tilannetta on havainnollistettu oheisessa kuvassa 4, missä neljän satelliitin SV1, SV2, SV3, SV4 lähettämä informaatio vastaanotetaan vastaanottimessa MS olennaisesti samanaikaisesti. Tässä keksinnön edullisessa suoritusmuodossa vastaanotin MS selvittää kulkuaikaerot edullisesti matkaviestinverkon avulla. Tämän suorittamiseksi vastaanotin tarvittaessa lähettää matkaviestinverkkoon pyynnön satelliittien ratatietojen lähettämiseksi vastaanottimeen MS. Vastaanotin MS ei kuitenkaan välttämättä tiedä, minkä satelliittien sijainti on edullinen vastaanottimen MS sijainninmäärityksen kannalta. Tällöin voi

15

matkaviestinverkon jokin verkkoelementti, edullisesti tukiasema BS tai matkapuhelinkeskus MSC, valita sellaiset satelliitit, jotka ovat vastaanottimen MS kannalta horisontin yläpuolella ja sijaitsevat toisiinsa nähden siten, että sijainninmääritys voidaan suorittaa. Toisaalta matkaviestinverkko voi välittää kaikkien satelliittien ratatietoja

25

sekä tietoa vastaanottimeen MS yhteydessä olevan tukiaseman BS (serving base station) sijainnista vastaanottimeen MS, jolloin vastaanottimessa MS suoritetaan sopivien satelliittien valinta. Tämä valinta perustuu siihen, että vastaanottimeen MS yhteydessä olevan tukiaseman BS etäisyys on tyypillisesti korkeintaan muutamia kymmeniä kilometrejä, yleensä korkeintaan n. 30 km. Tällöin voidaan olettaa, että vastaanotin MS on tämän 30 km:n säteellä tukiaseman BS sijainnista. Tällöin satelliitin lähettämän signaalin kulkuaika satelliitista tukiasemaan (merkitty viitteellä D1 kuvaan 5) ja kulkuaika satelliitista sijainninmääritysvastaanottimeen (merkitty viitteellä D2 kuvaan 5)

30

35

eroavat korkeintaan n. 100 μ s. Sijainninmääritysvastaanottimen MS ja tukiaseman BS etäisyys kulkuaikojen suhteen tarkasteltuna ei myöskään muutu merkittävästi tukiaseman BS alueella, jolloin voidaan olettaa, että sijainninmääritysvastaanottimessa MS sekä tukiasemassa

BS saman satelliitin signaalin vastaanottohetkissä on alle yhden millisekunnin ero. Tämän tukiaseman BS sijaintia voidaan pitää vastaanottimen MS kannalta oletussijaintina.

- 5 Kaavan (1) mukaisesti vastaanottoajan ToA määrittäminen käsittää viisi osaa, joista vain kaksi viimeisintä, eli koodijakson vaihtumisen jälkeen vastaanotettujen alibittien lukumäärä N_{chip}^k ja koodivaihe Δ_{chip}^k voidaan määrittää tilanteessa, jossa vastaanotettavan signaalin voimakkuus on heikko. Näillä kahdella parametrilla on mahdollista
- 10 mitata vain alibittitasen (<1 ms) eroja eri satelliittien SV1, SV2, SV3, SV4 signaaleissa, koska sama koodi toistuu koodijakson (=1 ms) välein. Koska kunkin satelliitin ja vastaanottimen välinen etäisyys voi olla merkittävästi erilainen, voi eri satelliiteista vastaanotettujen signaalien kulkuajoissa olla suuriakin eroja, jopa yli 10 ms. Tällöin ei
- 15 alibittitasen erojen määrittäminen ole riittävä. Yksi millisekunti ajassa merkitsee n. 300 km:n etäisyyttä signaalin edetessä olennaisesti valonnopeudella. Vastaavasti yksi alibitti (n. $1 \mu s = 1 \text{ ms} / 1023$) merkitsee n. 300 metriä.
- 20 Sen jälkeen kun vastaanottimessa MS on tieto satelliittien lähettämien signaalien kulkuajaveroista, voi vastaanotin MS tahdistaa eri vastaanottokanavien tallennetut näytteet toisiinsa. Tämän suorittamiseksi vastaanotin MS valitsee yhden satelliitin vertailusatelliitiksi, johon muiden satelliittien signaalin näytteet
- 25 tahdistetaan. Nyt esillä olevan keksinnön kannalta ei ole merkitystä sillä, mikä satelliitti valitaan vertailusatelliitiksi. Oletetaan seuraavassa, että vastaanotin valitsee vertailusatelliitiksi sen satelliitin, josta signaalin kulku-aika on pienin. Esimerkiksi kuvan 4 tilanteessa tällainen satelliitti on kolmas satelliitti SV3. Kuvassa 4 on merkitty pistekatkoviivalla SM
- 30 erästä näytteenottohetkeä. Viitteillä ToA1, ToA2, ToA3, ToA4 on kuvassa 4 merkitty vielä näytteenottohetkeä vastaavien signaalien vastaanottohetkeä eri satelliiteista SV1, SV2, SV3, SV4. Oletetaan esimerkin vuoksi vielä, että ensimmäisellä vastaanottokanavalla vastaanotetaan ensimmäisen satelliitin SV1 signaalia, toisella
- 35 vastaanottokanavalla vastaanotetaan toisen satelliitin SV2 signaalia, kolmannella vastaanottokanavalla vastaanotetaan kolmannen satelliitin SV3 signaalia, ja neljännellä vastaanottokanavalla vastaanotetaan

neljännen satelliitin SV4 signaalia. On kuitenkin selvää, että vastaanottokanavia ei ole sidottu minkään tietyn satelliitin lähettämän signaalin vastaanottamiseen sinänsä.

- 5 Seuraavaksi vastaanotin MS asettaa vastaanottokanavakohtaiset näytelaskurit CNT1, CNT2, CNT3, CNT4 (kuva 6) tai vastaavat siten, että kukin näytelaskuri osoittaa satelliitin lähettämässä sanomakehyksessä samaan bittiin. Koska edellä valittiin vertailusatelliitiksi se satelliitti, josta on lyhin signaalin kuluaika vastaanottimeen MS, voidaan kolmannen vastaanottokanavan
- 10 näytelaskuri CNT3 asettaa aluksi nolaksi. Tällöin se osoittaa kolmannessa näytepuskurissa BUF3 (kuva 6) edullisesti sillä hetkellä ensimmäiseen näytteeseen. Muiden näytelaskureiden arvot asetetaan kuluaikaerojen perusteella. Esimerkiksi ensimmäisen
- 15 vastaanottokanavan näytelaskuri CNT1 asetetaan siten, että vähennetään ensimmäisen satelliitin SV1 kuluaikatiedosta vertailusatelliitin kuluaika, ja tätä aikaeroa vastaava näytteiden lukumäärä on tällöin tämän ensimmäisen vastaanottokanavan näytelaskurille CNT1 asetettava arvo. Jos vastaanotetuista signaaleista
- 20 otetaan yksi näyte kutakin alibittiä kohden, vastaa yksi näyte GPS-järjestelmässä 1/1023 ms:n aikaa. Muille vastaanottokanaville suoritetaan näytelaskurin arvon asettaminen vastaavalla tavalla. Tämän jälkeen kukin näytelaskuri osoittaa vastaavassa näytepuskurissa olennaisesti samaan aikaan lähetettyä signaalia
- 25 vastaavaan näytteeseen.

- Seuraavaksi suoritetaan eri satelliiteista vastaanotettujen signaalien näytteiden yhdistäminen esimerkiksi summaamalla analysointinäytejonon muodostamiseksi. Tällöin vastaanottimessa MS
- 30 esimerkiksi signaalinkäsittely-yksikkö 3 laskee kunkin näytelaskurin osoittamassa muistipaikassa olevat näytearvot yhteen ja asettaa summan analysointinäytejonon tietyksi arvoksi. Analysointinäytejonon osoittimena voidaan käyttää edullisesti vertailusatelliitin signaalin vastaanottamisessa käytetyn vastaanottokanavan näytelaskuria.
- 35 Summauksen jälkeen muutetaan näytelaskureiden arvoa edullisesti yhdellä. Summausta toistetaan, kunnes tarvittava määrä näytteitä on käyty läpi, esim. n. 1 s:n aikaa vastaavat näytejonot. On selvää, että summauksen lisäksi voidaan ottaa näytteistä esimerkiksi keskiarvo.

- 5 Signaalikohinasuhteen parantuminen summauksessa käytettävien satelliittien lukumäärän funktiona on esitetty desibeliarvoina taulukossa 1. Taulukon 1 arvoja laskettaessa on oletettu, että kohina kullakin vastaanottokanavalla on olennaisesti yhtä voimakas ja olennaisesti toisistaan riippumaton. Taulukon 1 arvot on laskettu kaavalla

$$\Delta\text{SNR} = 10 \log_{10} \left[\frac{\left(\sum_N A_d \right)^2}{\sum_N \sigma_n^2} \right] \quad (2)$$

- 10 missä A_d on näytteiden amplitudi, σ_n^2 on kohinan varianssi, ja N on vastaanottokanavien lukumäärä.

N	ΔSNR [dB]
2	3,01
3	4,77
4	6,02
5	6,99
6	7,78
7	8,45
8	9,03
9	9,54
10	10,00
11	10,41
12	10,79

TAULUKKO 1

- 15 Kuvassa 7b on esitetty eräässä esimerkkitilanteessa vastaanottimen vastaanottokanavissa vastaanotetuista signaaleista keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisella menetelmällä muodostettuja yhdistettyjä signaaleita graafisina kuvaajina. Eri kuvaajissa on esitetty se, kuinka yhdistettyjen signaalien määrä vaikuttaa menetelmän
20 mukaisesti muodostettuun yhdistettyyn signaaliin.

Edellä mainittu eri näytejonojen yhdistäminen parantaa signaali-kohinasuhdetta sellaisissa tilanteissa, joissa eri satelliittien lähettämä informaatio on olennaisesti sama. GPS-järjestelmässä kunkin alikehyksen alussa on kaksi sellaista osaa, joissa tietty määrä bittijonoja ovat samoja kaikilla järjestelmän satelliiteilla. Nämä osat ovat alikehyksen ensimmäisessä sanassa 8-bittinen tahdistusosa, toisessa sanassa 17-bittinen viikonaika TOW, ja 3-bittinen alikehyksen tunniste (subframe ID). Viikonaika muuttuu kuuden sekunnin välein, jolloin vastaanottimessa tulisi GPS-kellonaika olla suhteellisen tarkasti tiedossa. Tämä ei kuitenkaan aiheuta yleensä merkittäviä ongelmia, koska riittävän tarkka arvio GPS-ajasta voidaan etsiä esimerkiksi käyttämällä sinänsä tunnettua sovitukseen perustuvaa optimointimenetelmää, jossa pyritään löytämään sellainen vertailumerkkijono (-bittijono), eli vertailuaika, jolla saavutetaan paras sovituksen laatu (quality of fit optimization). Toisaalta tarvittaessa voidaan käyttää vähemmän bittijonoja tästä viikonpäivätiedosta, mikäli kuuden sekunnin vaihtumisaika on liian lyhyt.

Analyysinäytejonon muodostuksen jälkeen voidaan analyysinäytejonosta etsiä haluttua merkkijonoa mm. korrelaatiomenetelmällä. Käyttämällä keksinnön mukaisesti useammasta satelliitista vastaanotettua signaalia analyysinäytejonon muodostuksessa, saadaan signaaleissa lähetettyjen bittien reunat ja arvot selvemmin esiin kuin jos käytettäisiin vain yhden satelliitin signaalia. Bittien alkukohtaa voidaan etsiä analyysinäytejonon näytteistä edullisesti etsimällä sellaista kohtaa, jossa bitin arvo vaihtuu. Yksi bitti GPS-järjestelmässä käsittää tietyn määrän koodijaksoja, joissa kussakin on tietty määrä alibittejä. Tällöin myös näytejonossa tietty määrä näytteitä vastaa tiettyä bittijonoa, ja yhden bitin reunan löytymisen jälkeen voidaan selvittää myös muiden bittien arvot esimerkiksi seuraavasti. Lasketaan analyysinäytejonon näytteiden perusteella kullekin bitille arvio esim. analyysinäytejonon bittikohtaisten näytteiden arvojen keskiarvona ja muodostetaan näin lasketuista arvoista ensimmäinen vertailubittijono. Toinen vertailumerkkijono muodostetaan sen perusteella, mitä kullekin satelliitille yhteistä tietoa vastaanotetusta signaalista etsitään. Jos etsitään ensimmäisen sanan tunnettua bittijonoa, eli alkutahdistusosaa, asetetaan toiseksi vertailumerkkijonoksi tämän alkutahdistusosan mukainen merkkijono.

- Tämän hakemuksen tekemisehetkellä käytössä olevassa GPS-järjestelmässä tämä alkutahdistusosa on bittijono "10001011", mutta on selvää, että tämän merkkijonon sisällöllä ei sinänsä ole merkitystä tämän keksinnön soveltamisen kannalta. Toisen vertailumerkkijonon
- 5 asettamisen jälkeen vastaanotin MS, edullisesti signaalinkäsittely-yksikkö 3, alkaa verrata mainittuja ensimmäistä vertailumerkkijonoa ja toista vertailumerkkijonoa keskenään oikean tahdistuksen selvittämiseksi.
- 10 Korrelaatiomenetelmässä suoritetaan toisen vertailumerkkijonon bittikohtainen vertailu ensimmäiseen vertailumerkkijonoon. Koska ensimmäinen vertailumerkkijono on tässä suoritussuodossa pidempi kuin toinen vertailumerkkijono, vertailussa kulloinkin käytetään ensimmäisestä vertailumerkkijonosta yhtä monta bittiä kuin toisessa
- 15 merkkijonossa on bittejä. Vertailun tuloksena saadaan vertailumerkkijonojen välinen korrelaatio. Vertailumerkkijonot vastaavat sitä paremmin toisiaan, mitä suurempi korrelaatiotulos on. Korrelaatiolaskentaa toistetaan siten, että kullakin toistokerralla vertailu suoritetaan eri kohtaan ensimmäistä vertailumerkkijonoa, kunnes paras
- 20 korrelaatiotulos saavutetaan. Sen jälkeen kun ensimmäisestä merkkijonosta löytyy haettu bittijono, voidaan vastaanottimessa MS suorittaa vertailuajan tarkempi tahdistus tämän ensimmäisestä merkkijonosta löydetyn bittijonon sijainnin perusteella.
- 25 Keksinnön eräässä edullisessa suoritussuodossa käytetään useampia mainituista samansisältöisistä kentistä: 8-bittinen tahdistusosa, 17-bittinen viikonaika TOW, ja 3-bittinen alikehyksen tunnistus, jolloin voidaan saavuttaa jopa 28-bittiä (=8+17+3) pitkä korreloitava bittijono. Tällöin bittijonon osat eivät välttämättä ole peräkkäin, joten korrelointi
- 30 suoritetaan ns. paloittain jatkuvalla bittijonolla siten, että korrelaatiossa huomioidaan kaikki tunnetut bitit, esim. "10001011xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx10101110101101101xx001". Tässä esimerkibittijonossa x-merkintä tarkoittaa sitä, että kyseistä bittiä ei huomioida korrelaatiossa.
- 35 Erittäin heikossa signaaliolosuhteissa ei edellä esitetty bittijonon sovitussuodotelmä välttämättä anna riittävän luotettavaa tulosta, koska sovituksessa käytettävän bittijonon pituus on hyvin pieni, korkeintaan

- 17 bittiä. Tällöin keksinnön erään toisen edullisen suoritusmuodon mukaisessa menetelmässä voidaan bittijonon sovituksen lisäksi käyttää vaihelukittua silmukkaa 17 (PLL, Phase Locked Loop). Joissakin vastaanottimissa vaihelukittua silmukkaa käytetään symbolinopeuden (symbol rate) ilmaisemiseksi vastaanotetusta signaalista. Vaihelukitulla silmukalla 17 voidaan bittien reunoja etsiä myös melko heikostakin signaalista, koska vaihelukittu silmukka käyttää huomattavasti enemmän informaatiota (bittejä) symbolinopeuden ilmaisussa. Vaihelukittu silmukka 17 ei kuitenkaan välttämättä saa selville lähetettyjen bittien arvoja sinänsä. Tällöin yhdistämällä bittijonon sovitus vaihelukitun silmukan 17 käyttöön, voidaan parantaa vastaanottimen MS vertailukellon tahdistustarkkuutta todelliseen GPS-aikaan.
- 15 Sen jälkeen kun vertailukellon oikea tahdistus on selvitetty, voidaan suorittaa signaalin vastaanottohetkien määrittäminen. Kun GPS-aika on riittävän tarkasti tiedossa vastaanottimessa MS, voidaan satelliiteista vastaanotettujen tietokehysten vastaanottoaika selvittää tietokehysten sisältämän aikatiedon TOW perusteella. Tällöin vastaanottimen MS sijainti voidaan määrittää edullisesti kaavan 1 mukaan. Kunkin satelliitin signaalin kulkuaika vastaanottoon voidaan tämän jälkeen laskea sinänsä tunnetusti vastaanottoajan ja lähetysajan perusteella.
- 20
- 25 Keksinnön soveltamisen kannalta ei tukiaseman BS välttämättä tarvitse lähettää vastaanottoon MS arviota GPS-ajasta tai satelliiteista lähetettyjen signaalien kulkuajoista, vaan riittää, että vastaanotin MS saa tiedon signaalien kulkuaikaeroista. Tällöin vastaanotin MS suorittaa kulkuaikaerojen perusteella eri satelliiteista vastaanotettujen kehysten tahdistamisen toisiinsa yhdistämistä varten, kuten aikaisemmin tässä selityksessä on esitetty.
- 30
- 35 Vaikka edellä kuvatussa esimerkissä käytettiin vertailupisteinä tukiasemaa BS, on selvää, että vertailupisteeksi voidaan valita muu kohde, jonka sijainti jollakin tarkkuudella on selvillä. Tällöin tätä vertailupistettä käytetään sijainninmäärittämisessä vastaanottimen oletussijaintina.
- Edellä esitetyjä laskutoimituksia suoritetaan keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisessa menetelmässä edullisesti digitaalisessa

5 signaalinkäsittely-yksikössä 3 ja/tai ohjauslohkossa 7. Tätä varten on sovellusohjelmistoon muodostettu tarvittavat ohjelmakäskyt sinänsä tunnetusti. Laskutoimitusten tuloksia ja mahdollisesti tarvittavia välitu-
10 loksia tallennetaan muistiin 4, 8. Sijainninmäärityksen suorituksen jäl-
keen voidaan sijainninmääritysvastaanottimen määritetty sijainti esittää edullisesti näytöllä 12 esim. koordinaattimuodossa. Näytöllä 12 voidaan esittää myös sen alueen karttatietoja, jossa käyttäjän sijainninmääritys-
15 vastaanotin MS sillä hetkellä sijaitsee. Nämä karttatiedot voidaan ladata esim. matkaviestinverkon kautta edullisesti siten, että sijainninmääritys-
20 vastaanottimen MS matkaviestintoinnnoista lähetetään määritetyt si-
jaintitiedot tukiasemaan BS, joka välittää ne edelleen käsiteltäväksi, esim. matkaviestinkeskukseen (ei esitetty). Tarvittaessa matkaviestin-
verkosta otetaan yhteys esim. Internet-verkon kautta sellaiseen palve-
limeen (ei esitetty), jossa ao. alueen karttatietoja on tallennettuna. Tä-
15 män jälkeen karttatiedot lähetetään matkaviestinverkon kautta tukias-
emaan BS ja edelleen sijainninmääritysvastaanottiin MS.

20 Vaikka edellä on keksintöä kuvattu sijainninmääritysvastaanottimen MS yhteydessä, on selvää, että keksintöä voidaan soveltaa myös muun
tyyppisissä elektroniikkalaitteissa, joissa on välineet elektroniikkalait-
teen sijainninmäärityksen suorittamiseksi. Tällöin nämä välineet elekt-
roniikkalaitteen sijainninmäärityksen suorittamiseksi käsittävät keksin-
nön edullisen suoritusmuodon mukaisen sijainninmääritysvastaanotti-
men MS.

25 Keksintöä voidaan vielä soveltaa myös muiden langattomien tiedonsiir-
toverkkojen kuin matkaviestinverkkojen yhteydessä. Tällöin jonkin, si-
jainninmääritysvastaanottimen läheisyydessä olevan tunnetun pisteen
sijainti voidaan vastaanottaa langattoman tiedonsiirtoverkon kautta.

30 On selvää, että nyt esillä olevaa keksintöä ei ole rajoitettu ainoastaan
edellä esitettyihin suoritusmuotoihin, vaan sitä voidaan muunnella
oheisten patenttivaatimusten puitteissa.

L2

19

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä vastaanottimen (MS) synkronoimiseksi satelliittien (SV1—SV4) lähettämään koodimoduloituun signaaliin, jossa
5 menetelmässä informaatiota välitetetään moduloimalla lähetysvaiheessa mainittua koodimoduloitua signaalia, jolloin vastaanottovaiheessa suoritetaan demodulointi lähetetyn informaation selvittämiseksi, ja joista satelliiteista lähetetään ainakin osittain samaa informaatiota olennaisesti samanaikaisesti, **tunnettu** siitä, että
10 menetelmässä vastaanotetaan kahden tai useamman satelliitin lähettämää signaalia, selvitetään vastaanotettujen signaalien kulkuajakaerot eri satelliiteista lähetettyjen signaalien synkronoimiseksi keskenään, ja muodostetaan analyysisignaali käyttämällä ainakin osaa ainakin kahdesta synkronoidusta, eri satelliiteista vastaanotetusta
15 signaalista.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että muodostetaan vertailutieto, ja verrataan mainittua vertailutietoa mainittuun analyysisignaaliin ainakin yhden mainitun samaa
20 informaatiota sisältävän signaalin etsimiseksi.
3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että vertailussa käytetään korrelaatiota.
4. Patenttivaatimuksen 1, 2 tai 3 mukainen menetelmä, jossa välitettävää informaatiota lähetetään yhdessä tai useammassa tietokehyksessä (SF1—SF5), ja ainakin yksi tietokehys (SF1—SF5) käsittää ainakin alkutahdistusosan (P), **tunnettu** siitä, että
25 menetelmässä etsitään analyysisignaalista mainittua alkutahdistusosaa (P).
30
5. Jonkin patenttivaatimuksen 1—4 mukainen menetelmä, jossa välitettävää informaatiota lähetetään yhdessä tai useammassa tietokehyksessä (SF1—SF5), ja ainakin yksi tietokehys (SF1—SF5) käsittää ainakin aikatietoa (TOW), **tunnettu** siitä, että menetelmässä
35 etsitään analyysisignaalista mainittua aikatietoa (TOW).

20

- 5 6. Jonkin patenttivaatimuksen 1—5 mukainen menetelmä, jossa välitettävää informaatiota lähetetään yhdessä tai useammassa tietokehyksessä (SF1—SF5), ja ainakin yksi tietokehys (SF1—SF5) käsittää ainakin tunnistetietoa (ID), **tunnettu** siitä, että menetelmässä etsitään analyysisignaalista mainittua tunnistetietoa (ID).
- 10 7. Jonkin patenttivaatimuksen 1—6 mukainen menetelmä, jossa välitettävä informaatio käsittää ainakin satelliittien ratatietoa, **tunnettu** siitä, että menetelmässä käytetään mainittua ratatietoa vastaanottimen sijainnin määrittämisessä.
- 15 8. Jonkin patenttivaatimuksen 1—7 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että menetelmässä moduloitavana informaationa käytetään binäärimuotoista informaatiota, jolloin moduloitava informaatio koostuu joukosta informaatiobittejä, joilla kullakin on joko ensimmäinen binääriarvo tai toinen binääriarvo.
- 20 9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että moduloinnissa käytettävä koodi muodostetaan joukosta alibittejä, kullekin alibitille valitaan koodin perusteella joko ensimmäinen arvo tai toinen arvo, jolloin mainitulla joukolla alibittejä moduloitu signaali muodostaa koodijakson, että kunkin informaatiobitin välityksessä käytetään ainakin yhtä mainittua koodijaksoa, ja että modulointi suoritetaan siten, että mikäli moduloitavan informaatiobitin arvona on 25 ensimmäinen binääriarvo, moduloinnissa käytetään mainitun koodijakson alibiteille valittuja arvoja, tai mikäli informaatiobitin arvona on toinen binääriarvo, moduloinnissa käytetään koodijakson kullekin alibiteille valitun arvon vastakkaista arvoa.
- 30 10. Vastaanotin (MS), joka käsittää ainakin synkronointivälineet (3, 4, 7, 16) vastaanottimen (MS) synkronoimiseksi satelliittien (SV1—SV4) lähettämään koodimoduloituun signaaliin, ja demodulointivälineet (1, 2a—2d, 5) lähetetyn informaation selvittämiseksi, ja joista satelliiteista on lähetetty ainakin osittain samaa 35 informaatiota olennaisesti samanaikaisesti, **tunnettu** siitä, että vastaanotin (MS) käsittää lisäksi välineet (1, 2a—2d) kahden tai useamman satelliitin (SV1—SV4) lähettämän signaalin vastaanottamiseksi, ja että mainitut synkronointivälineet käsittävät

- ainakin välineet (7, 10, 11) vastaanotettujen signaalien kulkuaikaerojen selvittämiseksi, välineet (3) vastaanotettujen, eri satelliittien (SV1—SV4) signaalien synkronoimiseksi keskenään mainittujen kulkuaikaerojen perusteella, ja välineet (3, 4) analyysisignaalin muodostamiseksi käyttäen ainakin osaa ainakin kahdesta synkronoidusta, eri satelliiteista (SV1—SV4) vastaanotetusta signaalista.
- 10 11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen vastaanotin (MS), **tunnettu** siitä, että se käsittää lisäksi ainakin välineet (16) ainakin yhden vertailutiedon muodostamiseksi, ja vertailuvälineet (7, 8) mainitun vertailutiedon vertaamiseksi mainittuun analyysisignaaliin ainakin yhden mainitun samaa informaatiota sisältävän signaalin etsimiseksi.
- 15 12. Patenttivaatimuksen 10 mukainen vastaanotin (MS), **tunnettu** siitä, että vertailuvälineet käsittävät välineet (7) korrelaation suorittamiseksi mainitun vertailutiedon ja mainitun analyysisignaalin välillä.
- 20 13. Patenttivaatimuksen 10, 11 tai 12 mukainen vastaanotin (MS), jossa välitettävää informaatiota on lähetetty yhdessä tai useammassa tietokehyksessä (SF1—SF5), ja ainakin yksi tietokehys (SF1—SF5) käsittää ainakin alkutahdistusosan (P), **tunnettu** siitä, että mainitut vertailuvälineet käsittävät välineet (3, 4) mainitun alkutahdistusosan (P)
- 25 etsimiseksi analyysisignaalista.
- 30 14. Jonkin patenttivaatimuksen 10—13 mukainen vastaanotin (MS), jossa välitettävää informaatiota on lähetetty yhdessä tai useammassa tietokehyksessä (SF1—SF5), ja ainakin yksi tietokehys (SF1—SF5) käsittää ainakin aikatietoa (TOW), **tunnettu** siitä, että mainitut vertailuvälineet käsittävät välineet (3, 4) mainitun aikatiedon (TOW) etsimiseksi analyysisignaalista.
- 35 15. Jonkin patenttivaatimuksen 10—14 mukainen vastaanotin (MS), jossa välitettävää informaatiota on lähetetty yhdessä tai useammassa tietokehyksessä (SF1—SF5), ja ainakin yksi tietokehys (SF1—SF5) käsittää ainakin tunnistetietoa (ID), **tunnettu** siitä, että mainitut

vertailuvälineet käsittävät välineet (3, 4) mainitun tunnistetiedon (ID) etsimiseksi analyysisignaalista.

5 16. Jonkin patenttivaatimuksen 10—15 mukainen vastaanotin (MS), jossa välitettävä informaatio käsittää ainakin satelliittien ratatietoa, **tunnettu** siitä, että vastaanotin käsittää lisäksi välineet (3, 4, 7, 8) mainitun ratatiedon käyttämiseksi vastaanottimen (MS) sijainnin määrittämisessä.

10 17. Jonkin patenttivaatimuksen 10—16 mukainen vastaanotin (MS), **tunnettu** siitä, että moduloitavana informaationa on käytetty binäärimuotoista informaatiota, jolloin moduloitava informaatio koostuu joukosta informaatiobittejä, joilla kullakin on joko ensimmäinen binääriarvo tai toinen binääriarvo.

15 18. Patenttivaatimuksen 17 mukainen vastaanotin (MS), **tunnettu** siitä, että moduloinnissa käytetty koodi on muodostettu joukosta alibittejä, kullekin alibitille on valittu koodin perusteella joko ensimmäinen arvo tai toinen arvo, jolloin mainitusta joukosta alibittejä
20 moduloidusta signaalista on muodostettu koodijakso, että kunkin informaatiobitin välityksessä on käytetty ainakin yhtä mainittua koodijaksoa, ja että modulointi on suoritettu siten, että mikäli moduloitavan informaatiobitin arvona on ensimmäinen binääriarvo, moduloinnissa on käytetty mainitun koodijakson alibiteille valittuja
25 arvoja, tai mikäli informaatiobitin arvona on toinen binääriarvo, moduloinnissa on käytetty koodijakson kullekin alibiteille valitun arvon vastakkaista arvoa.

30 19. Paikannusjärjestelmä, joka käsittää ainakin:
– kaksi tai useampia satelliitteja (SV1—SV4), jotka käsittävät välineet koodimoduloidun signaalin lähettämiseksi, ja välineet informaation välittämiseksi moduloimalla mainittua koodimoduloitua signaalia, ja
– vastaanottimen (MS), joka käsittää synkronointivälineet (3, 4, 7, 16) vastaanottimen (MS) synkronoimiseksi satelliittien (SV1—SV4)
35 lähettämään koodimoduloituun signaaliin, ja demodulointivälineet (1, 2a—2d, 5) lähetetyn informaation selvittämiseksi,

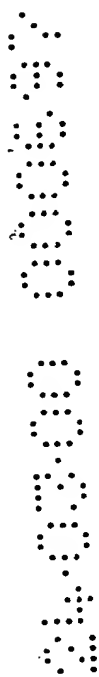
- ja joista satelliiteista on järjestetty lähetettäväksi ainakin osittain samaa informaatiota olennaisesti samanaikaisesti, **tunnettu** siitä, että vastaanotin (MS) käsittää lisäksi välineet (1, 2a—2d) kahden tai useamman satelliitin (SV1—SV4) lähettämän signaalin
- 5 vastaanottamiseksi, välineet (2a—2d) vastaanotettujen signaalien kulkuaikaerojen selvittämiseksi, ja että mainitut synkronointivälineet käsittävät ainakin välineet (7, 10, 11) vastaanotettujen signaalien kulkuaikaerojen selvittämiseksi, välineet (3) vastaanotettujen, eri satelliittien (SV1—SV4) signaalien synkronoimiseksi keskenään
- 10 mainittujen kulkuaikaerojen perusteella, ja välineet (3, 4) analyysisignaalin muodostamiseksi käyttäen ainakin osaa ainakin kahdesta synkronoidusta, eri satelliiteista (SV1—SV4) vastaanotetusta signaalista.

h3

(57) Tiivistelmä

Keksintö kohdistuu menetelmään vastaanottimen (MS) synkronoimiseksi satelliittien (SV1—SV4) lähettämään koodimoduloituun signaaliin. Menetelmässä informaatiota välitetetään moduloimalla lähetysvaiheessa mainittua koodimoduloitua signaalia, jolloin vastaanottovaiheessa suoritetaan demodulointi lähetetyn informaation selvittämiseksi. Satelliiteista lähetetään ainakin osittain samaa informaatiota olennaisesti samanaikaisesti. Menetelmässä vastaanotetaan kahden tai useamman satelliitin lähettämää signaalia, selvitetään vastaanotettujen signaalien kulkuaikaerot eri satelliiteista lähetettyjen signaalien synkronoimiseksi keskenään, ja muodostetaan analyysisignaali käyttämällä ainakin osaa ainakin kahdesta synkronoidusta, eri satelliiteista vastaanotetusta signaalista.

Fig. 4



24

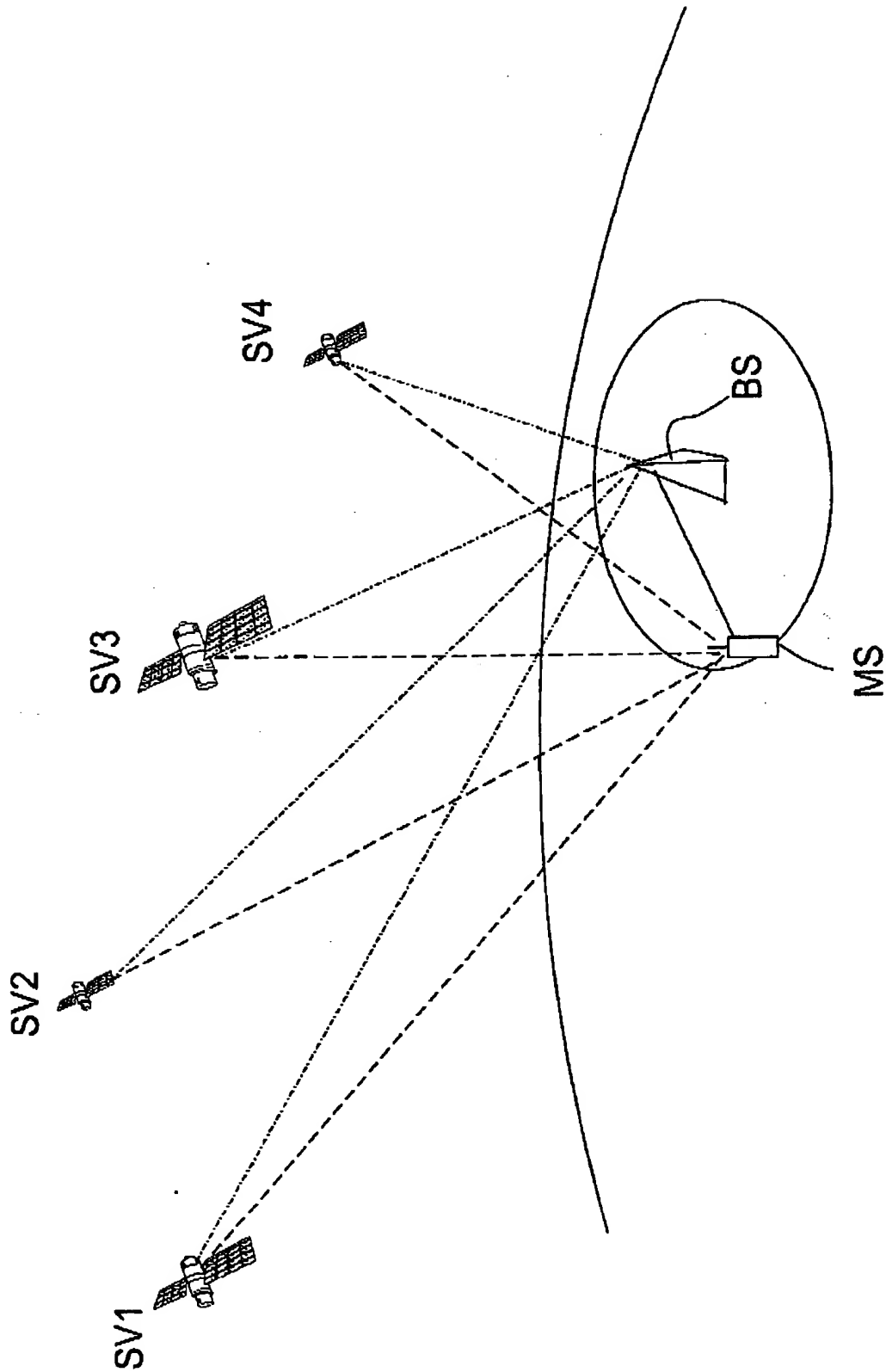


Fig. 1

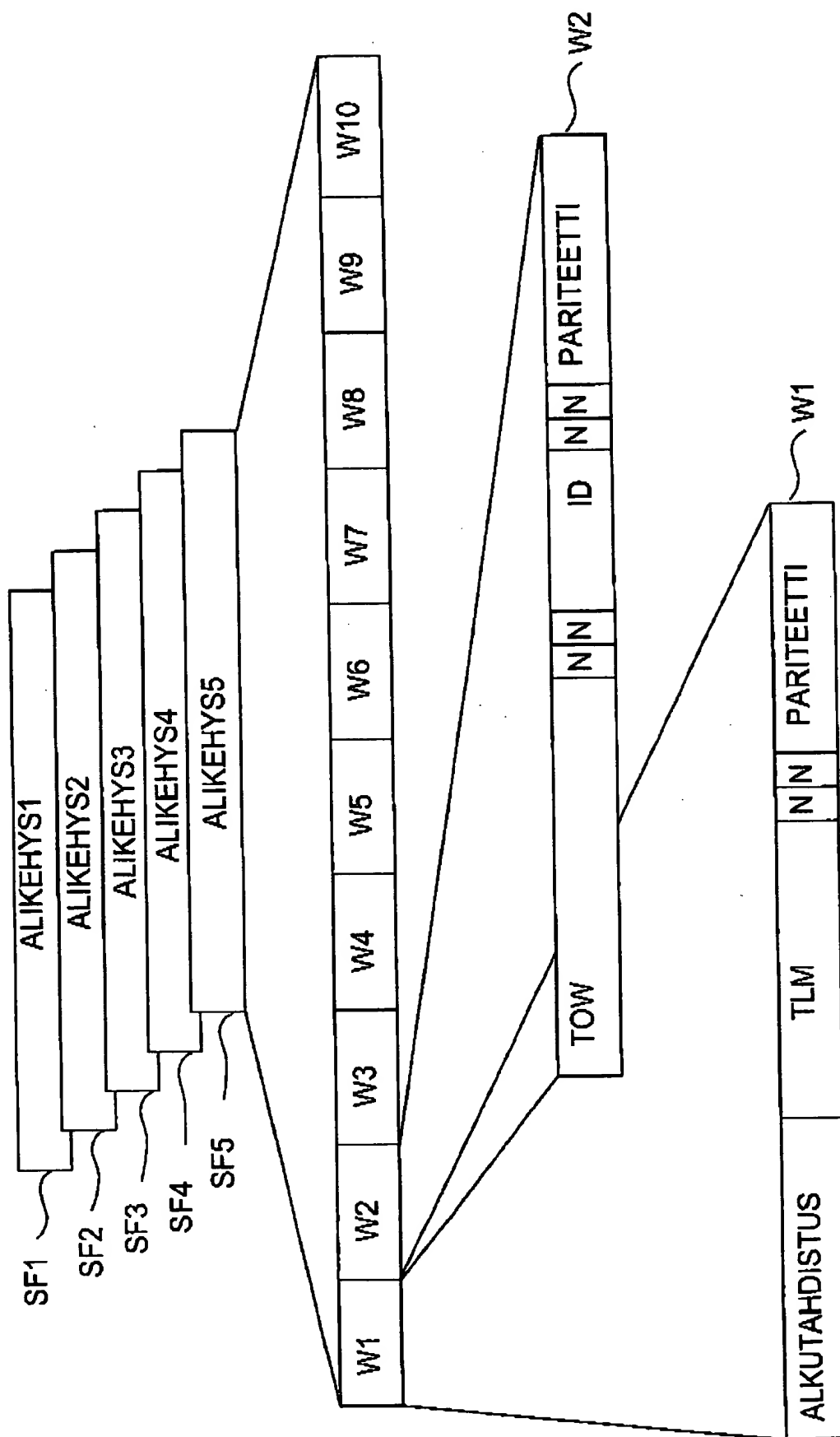


Fig. 2

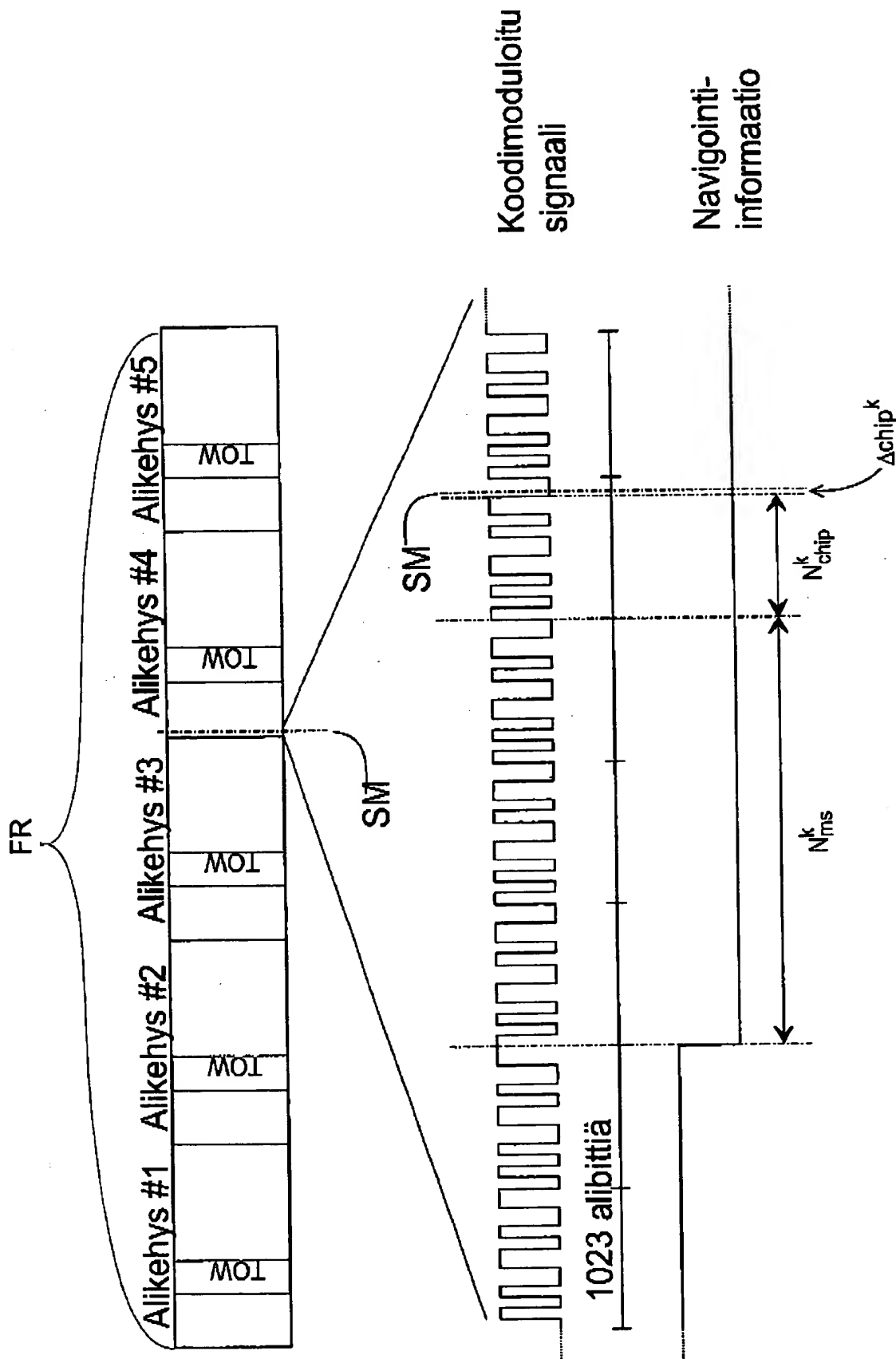


Fig. 3

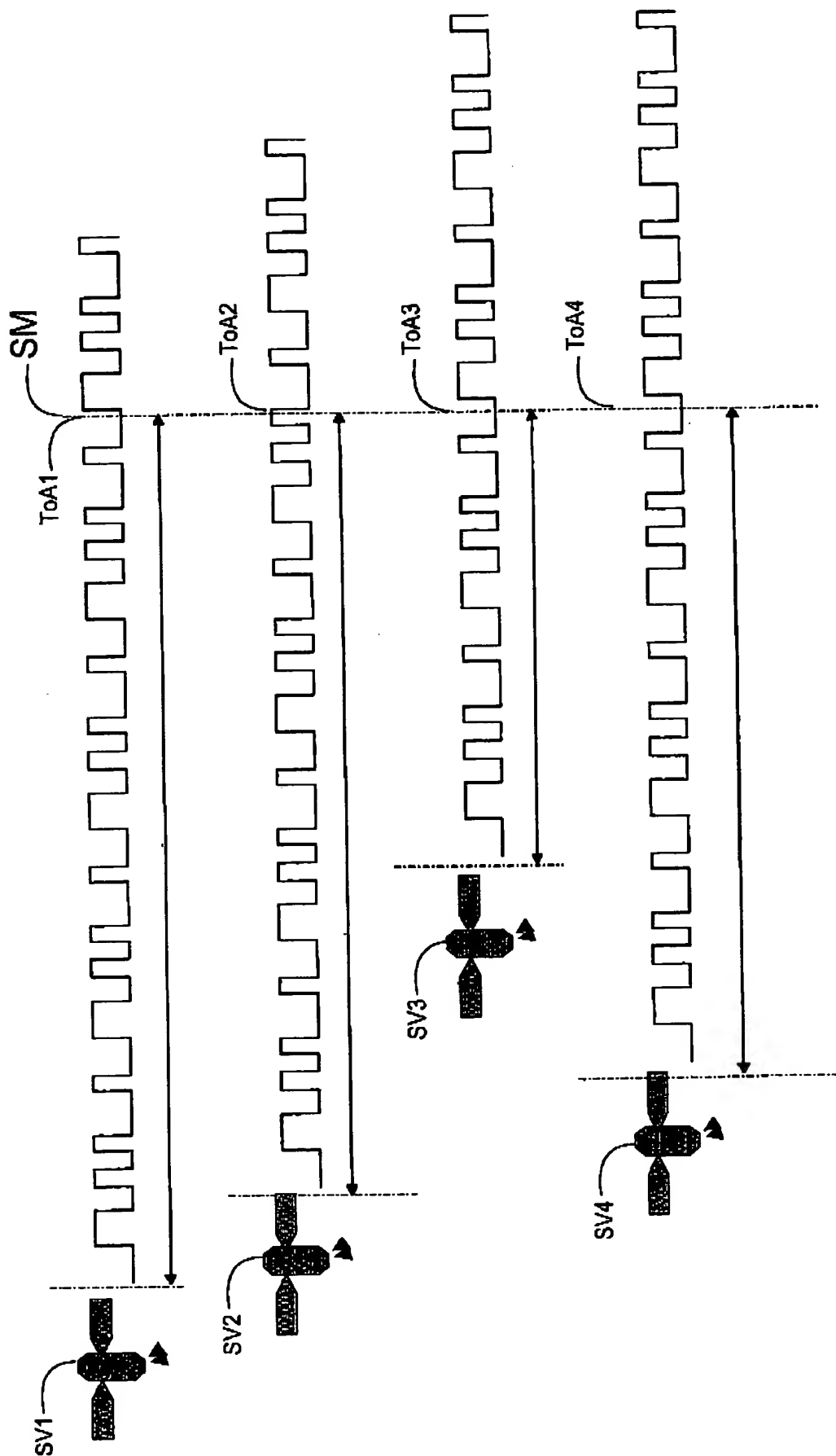


Fig. 4

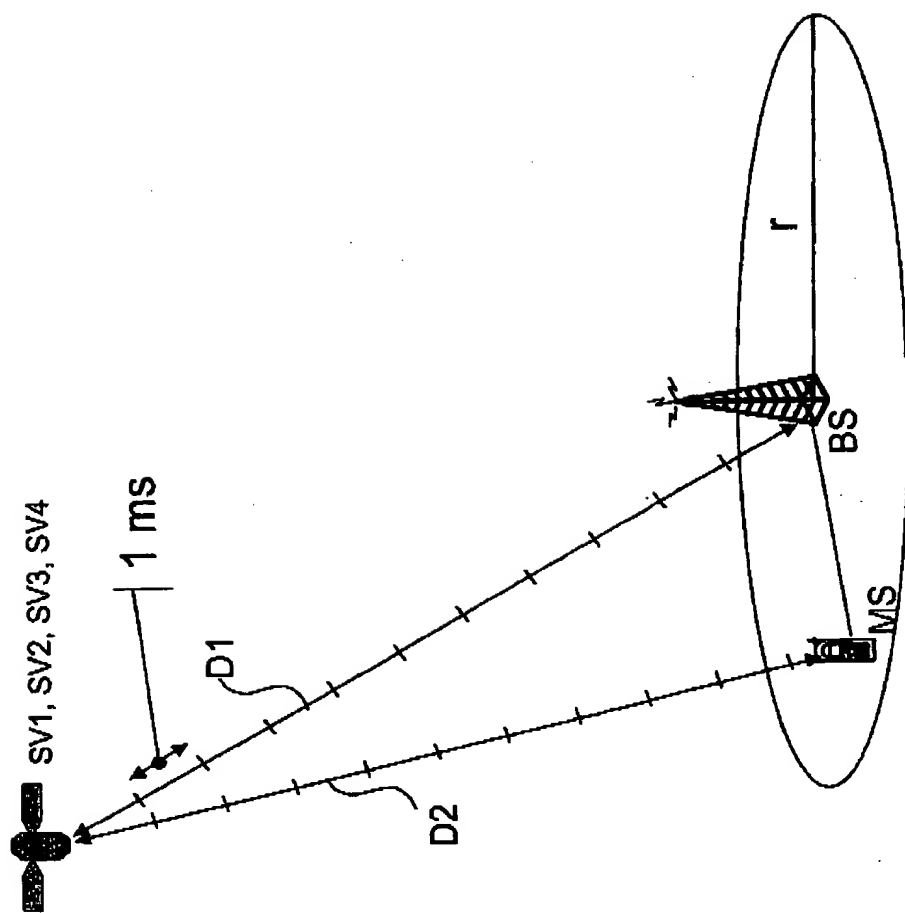


Fig. 5

24.03.00 00:00:00

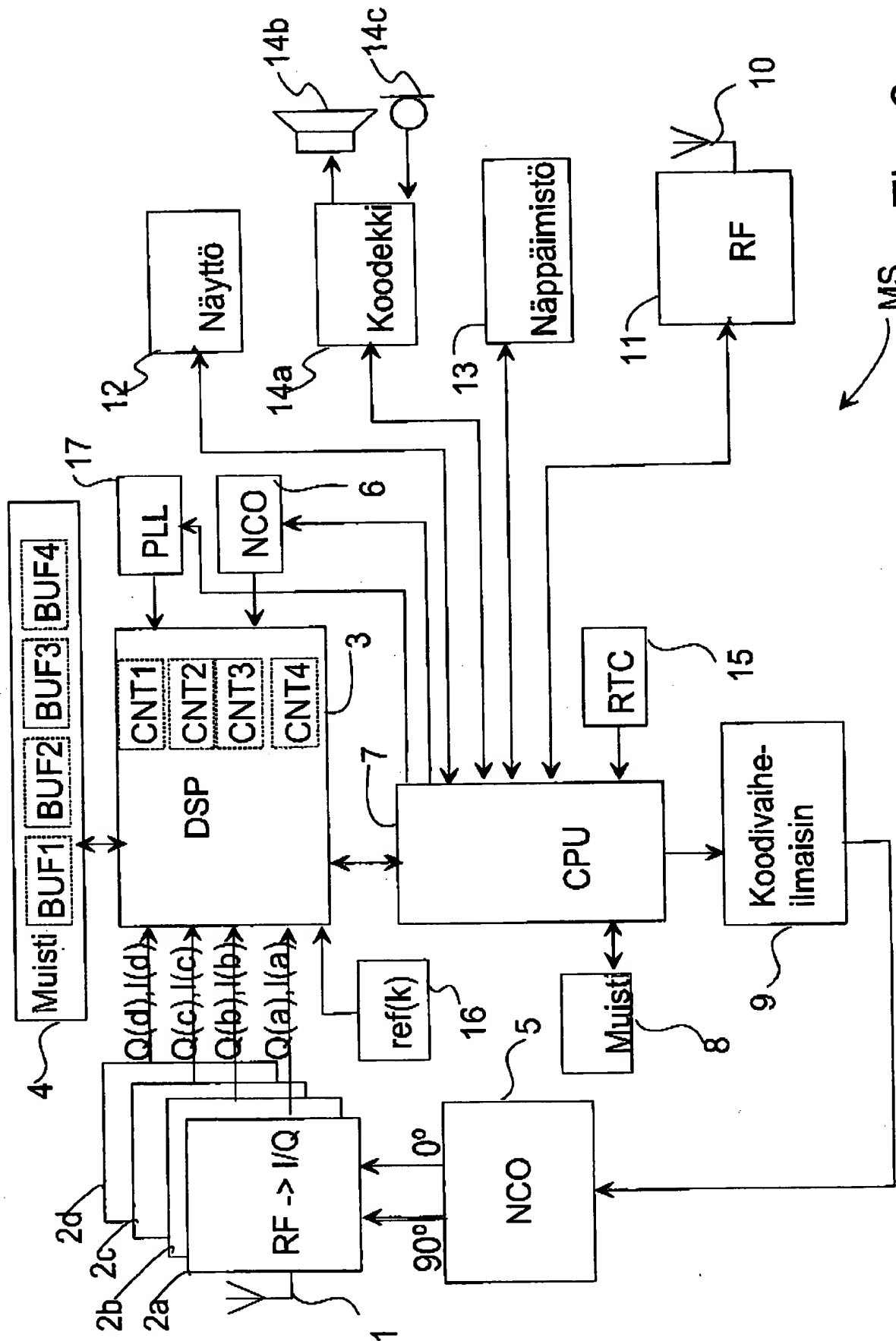


Fig. 6

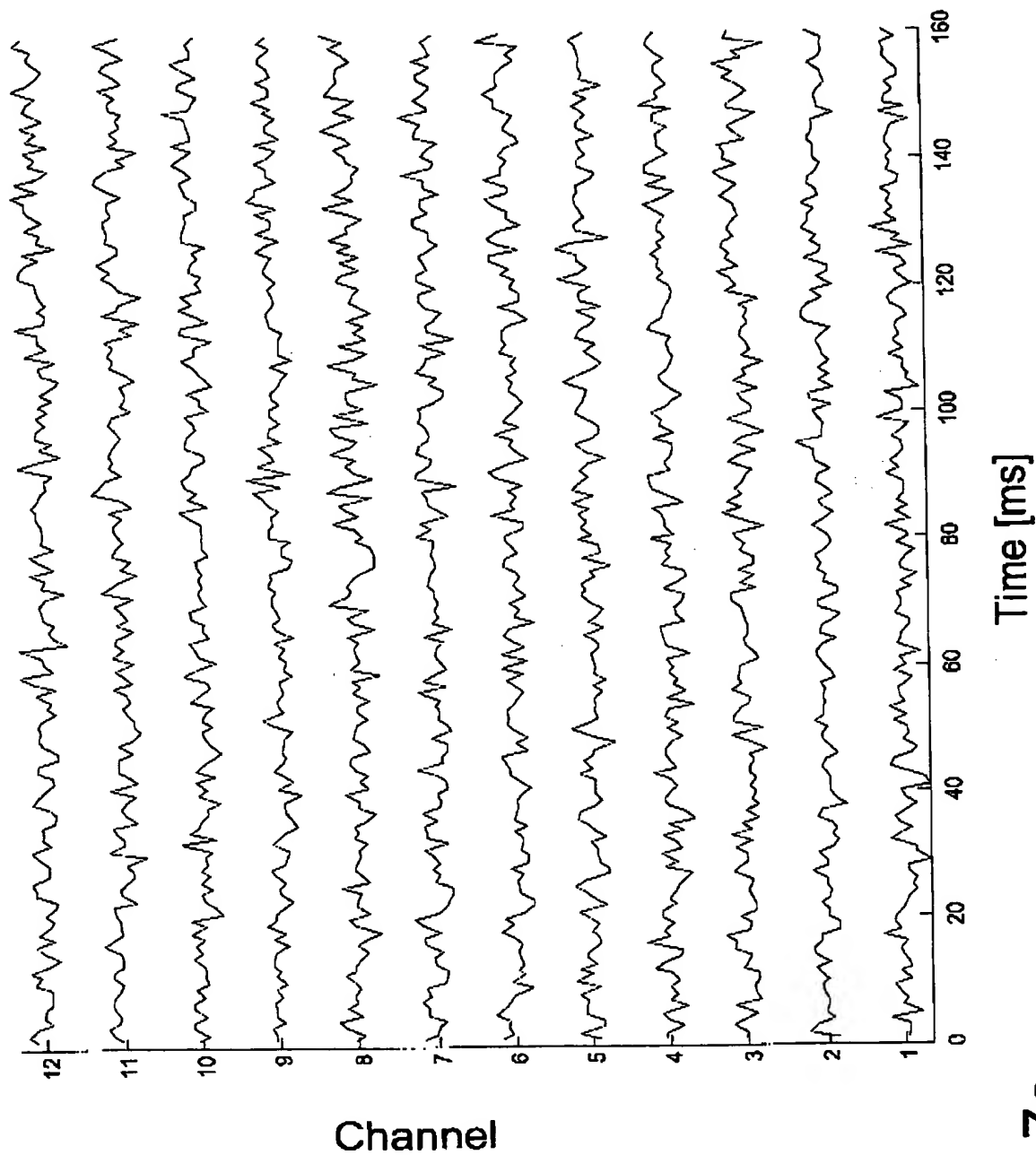


Fig. 7a

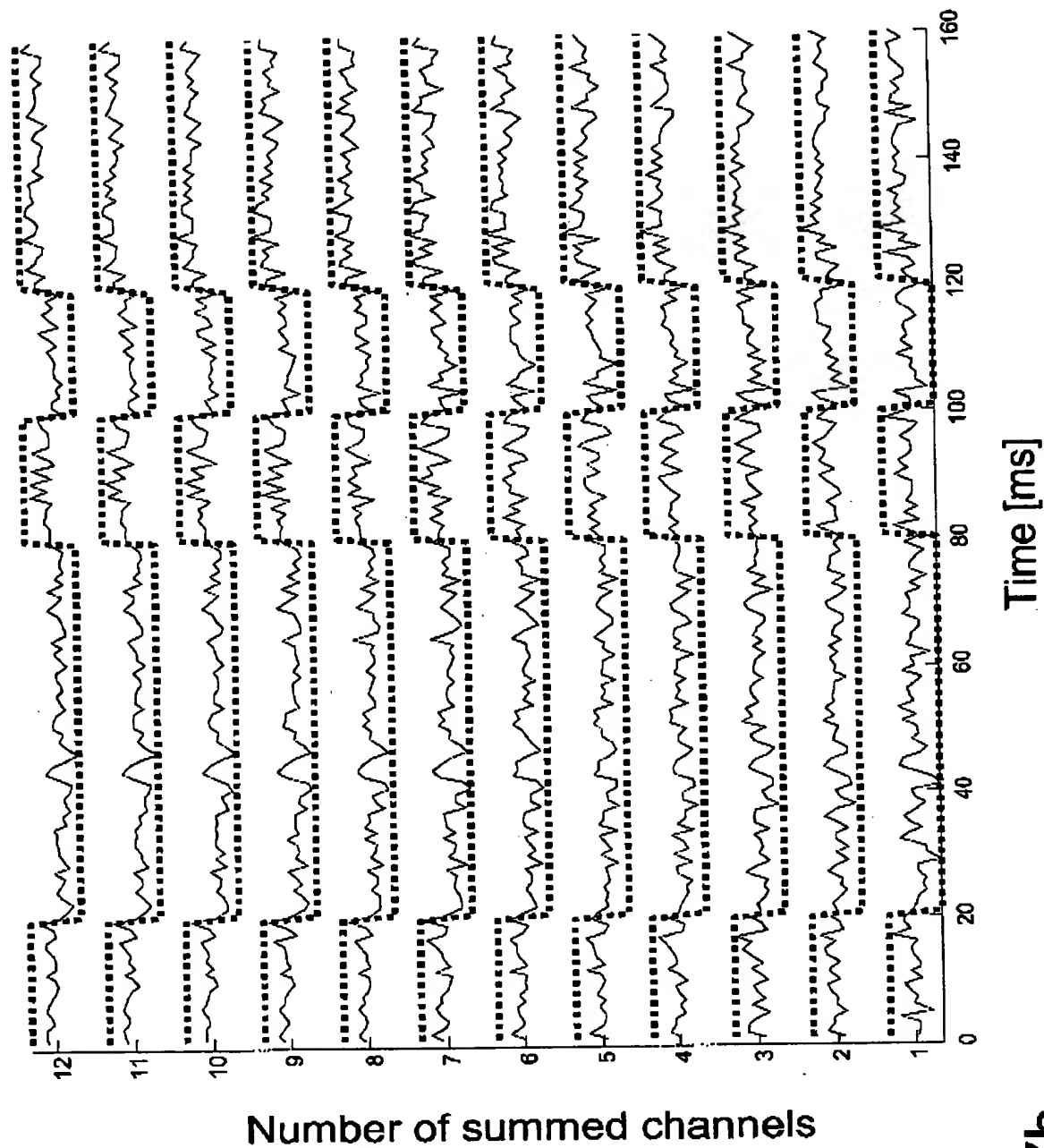


Fig. 7b